

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-179191

(43)Date of publication of application : 06.07.1999

(51)Int.Cl.

B01J 8/06

F27B 1/22

(21)Application number : 09-357263

(71)Applicant : CHIYODA CORP

(22)Date of filing : 25.12.1997

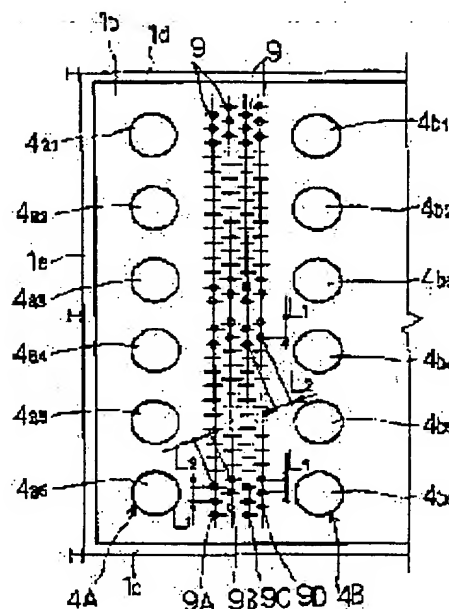
(72)Inventor : MORI TAKAAKI  
TAUCHI MASATO  
YAGI HIROSHI  
SHIMIZU RYOSUKE

## (54) CATALYST MODIFICATION TYPE REACTION FURNACE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a catalyst modification type reaction furnace which can improve reaction efficiency by arranging reaction tubes in three or fore lines.

SOLUTION: Four reaction tube lines 9A-9D are constituted between two burner lines 4A and 4B. The temperature difference in a combustion chamber is decreased by using a high temperature air combustion type regenerative combustion apparatus for heating the temperature of air for combustion at the lowest 800° C. The reaction tube lines 9A-9D are arranged zigzag, and the length L1 between the centers of adjoining reaction tubes among the reaction tubes 9 constituting one reaction tube line 9A is made 1.8-3 times the outside diameter of the reaction tubes 9. The length L2 between the reaction tubes 9 constituting the adjacent reaction tube lines 9A, 9B is made 1.8-3 times the outside diameter of the reaction tubes 9.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.02.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-179191

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月6日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 0 1 J 8/06

F 2 7 B 1/22

識別記号

3 0 1

F I

B 0 1 J 8/06

F 2 7 B 1/22

3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号

特願平9-357263

(22) 出願日

平成9年(1997) 12月25日

(71) 出願人 000003285

千代田化工建設株式会社

神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2丁目12番  
1号

(72) 発明者 毛利 李明

神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2丁目12番  
1号 千代田化工建設株式会社内

(72) 発明者 田内 正人

神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央2丁目12番  
1号 千代田化工建設株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松本 英俊 (外1名)

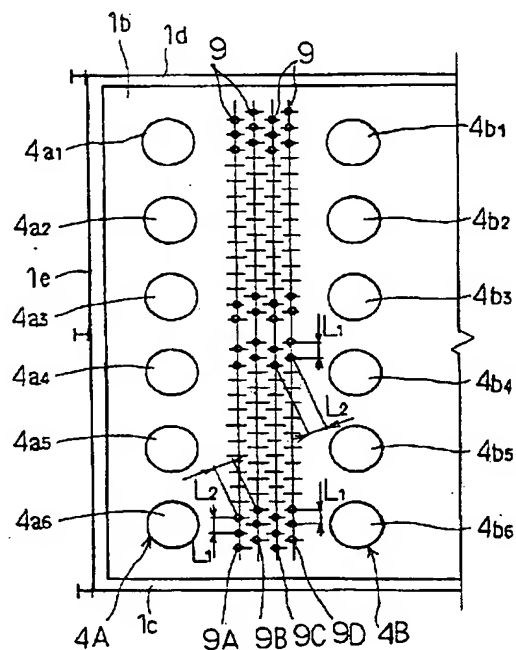
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 触媒改質型反応炉

(57) 【要約】

【課題】 反応管列の数を3列または4列にして反応効率を高めることができる触媒改質型反応炉を提供する。

【解決手段】 2つのバーナ列4A及び4Bの間に4列の反応管列9A～9Dを構成する。そして燃焼用空気の温度が800℃以上になる高温空気燃焼型蓄熱式燃焼装置を用いて、燃焼室の内部の温度差を小さくする。4列の反応管列9A～9Dは、千鳥状配置とし、1つの反応管列9Aを構成する反応管9のうち隣接する2つの反応管の中心間の寸法L<sub>1</sub>を反応管9の外径寸法の1.8～3倍にする。また隣接する2つの反応管列9Aと9Bを構成する各反応管9間の寸法L<sub>2</sub>も、反応管9の外径寸法の1.8～3倍にする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部に燃焼室を有する炉本体と、前記炉本体の炉壁に設けられた複数のバーナで前記燃焼室内において燃料を燃焼し、前記燃焼室内の排気ガスを通気性を有する複数の蓄熱体を通して炉外に排出し、前記複数の蓄熱体の顕熱で加熱した燃焼用空気を前記バーナに供給するように構成された蓄熱式燃焼装置と、内部に触媒が充填され、熱膨張及び熱収縮による伸縮を許容する支持構造を介して前記炉壁に対して取付けられた複数の反応管とを具備し、前記複数の反応管が横に並んだ1組以上の複数の反応管列を形成するように配置されている触媒改質型反応炉であって、前記複数の反応管列は3列または4列の反応管列であり、前記蓄熱式燃焼装置として高温空気燃焼型蓄熱式燃焼装置が用いられていることを特徴とする触媒改質型反応炉。

【請求項2】 内部に燃焼室を有する炉本体と、前記炉本体の炉壁に設けられ燃料と燃焼用空気を前記燃焼室内に吹き出して高温燃焼ガスを作る複数の燃焼用バーナ及び前記燃焼室内の排気ガスを排気する排気通路に配置された通気性を有する複数の蓄熱体を有し、前記複数の蓄熱体に前記燃焼用空気と前記排気ガスを交互に流すかまたは部分的に連続的に流して前記燃焼用空気を前記蓄熱体の顕熱で高温に加熱するように構成された蓄熱式燃焼装置と、内部に触媒が充填され、改質の対象となる流体が流入する流体入口及び改質した流体が流出する流体出口を備えた両端部が炉壁を貫通して炉外に露出し且つ熱膨張及び熱収縮による伸縮を許容する支持構造を介して前記炉壁に対して取付けられた複数の反応管と、前記改質の対象となる流体が流れる入口側マニホールドと、前記改質された流体が流れる出口側マニホールドと、前記複数の反応管のそれぞれの前記流体入口と前記入口マニホールドとの間を連結し且つ前記反応管及び前記入口マニホールドの熱膨脹及び熱収縮を吸収する構造の複数の入口側連結管と、前記複数の反応管のそれぞれの前記流体出口と前記出口マニホールドとの間を連結し且つ前記反応管及び前記出口マニホールドの熱膨脹及び熱収縮を吸収する構造の複数の出口側連結管とを具備し、横に並んだ1組以上の複数の反応管列を形成するように前記複数の反応管が配置され、前記複数の燃焼用バーナと前記複数の反応管列の位置関係が、前記複数の燃焼用バーナからの前記高温燃焼ガスの輻射熱で前記反応管列が加熱されるように定められている触媒改質型反応炉であって、前記複数の反応管列は3列または4列の反応管列であ

り、前記蓄熱式燃焼装置として前記燃焼用空気の温度が800℃以上になる高温空気燃焼型蓄熱式燃焼装置を用いたことを特徴とする触媒改質型反応炉。

【請求項3】 隣接する2つの前記反応管列のうち一方の反応管列を構成する複数の反応管と他方の反応管列を構成する複数の反応管とは、前記3列または4列の反応管列が横に並ぶ方向に向かって整列しないように、千鳥状または互い違いに配置されている請求項1または2に記載の触媒改質型反応炉。

【請求項4】 前記3列または4列の反応管列は、1つの前記反応管列を構成する複数の反応管のうち隣接する2つの反応管の中心間の寸法が、前記反応管の外径寸法の1.8～3倍になるようにそれぞれ構成され、隣接する2つの反応管列の間には、一方の反応管列を構成する1つの反応管の中心と他方の反応管列を構成し且つ前記一方の反応管列を構成する前記1つの反応管と隣接する1つの反応管の中心との間の寸法が、前記反応管の外径寸法の1.8～3倍になるようにスペースが設けられている請求項1、2または3に記載の触媒改質型反応炉。

【請求項5】 前記複数の反応管は、それぞれバイオネット型反応管である請求項1または2に記載の触媒改質型反応炉。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、加熱される反応管の内部に触媒が充填された触媒改質型反応炉に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来の触媒改質型反応炉の一例は、例えば特公昭51-34288号公報に示されている。この公報に示された従来の触媒改質型反応炉では、複数の反応管を1列または2列に配置して構成した1組の反応管列を複数の燃焼用バーナの火炎の輻射熱で加熱する構造を採用している。そして従来用いられている反応管は、内部に触媒が充填され、一端側から改質の対象となる流体を流入させ、他端から改質された流体を流出させる構造を有している。通常1つの触媒改質型反応炉の内部には、複数組の反応管列が設けられており、これら複数組の反応管列のそれぞれに対して加熱用の複数の燃焼用バーナが配置される。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】1組の反応管列を構成する反応管列の数を増やすことができれば、同じ設置面積でも反応効率を高めることができる。しかしながら従来の触媒改質型反応炉では、炉内の温度を均一化することができないため、1組の反応管列を構成する反応管列の数を増やした場合には、燃焼用バーナに近い側の反応管列を構成する反応管の加熱温度と、燃焼用バーナから

離れた位置にある反応管列を構成する反応管の加熱温度にかなり大きな温度差が発生し、すべての各反応管において十分な改質反応を行わせることができない問題が発生する。そのため従来の触媒改質型反応炉では、最大でも2列の反応管列で1組の反応管列を構成するのが限界であった。そのため触媒改質型反応炉の設置面積を小さくすることができなかった。

【0004】また従来の触媒改質型反応炉で用いる反応管は、長さが長い(例えば12mある)ため、反応管を縦に並べた場合には、反応炉の高さが高くなる問題があった。

【0005】本発明の目的は、設置面積が同じでも反応効率の高い触媒改質型反応炉を提供することにある。

【0006】本発明の他の目的は、1組の反応管列を構成する反応管列の数を3列または4列にして反応効率を高めることができる触媒改質型反応炉を提供することにある。

【0007】本発明の更に他の目的は、1組の反応管列を構成する反応管列の数を3列または4列にした場合でも、炉内の温度差を小さくして各反応管の加熱温度をできるだけ近付けることができる触媒改質型反応炉を提供することにある。

【0008】本発明の別の目的は、高さ寸法を従来よりも小さくすることができる触媒改質型反応炉を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明が改良の対象とする触媒改質型反応炉は、内部に燃焼室を有する炉本体と、炉本体の炉壁(側壁、底壁及び上壁の少なくとも1つ)に設けられた複数の燃焼用バーナで燃焼室内において燃料を燃焼し、燃焼室内の排気ガスを通気性を有する複数の蓄熱体を通して炉外に排出し、複数の蓄熱体の顕熱で加熱した燃焼用空気を燃焼用バーナに供給するように構成された蓄熱式燃焼装置と、内部に触媒が充填され、熱膨張及び熱収縮による伸縮を許容する支持構造を介して前記炉壁に対して取付けられた複数の反応管とを具備している。そして複数の反応管は、横に並んだ1組以上の複数の反応管列を形成するように配置されている。前述の蓄熱式燃焼装置は、より具体的には、炉本体の炉壁に設けられ燃料と燃焼用空気を燃焼室内に吹き出して高温燃焼ガスを作る複数の燃焼用バーナ及び燃焼室内の排気ガスの排気通路に配置された通気性を有する複数の蓄熱体を有し、複数の蓄熱体に燃焼用空気と排気ガスを交互に流すかまたは部分的に連続的に流して燃焼用空気を蓄熱体の顕熱で高温に加熱するように構成されたものである。また前述の反応管は、改質の対象となる流体が流入する流体入口及び改質した流体が流出する流体出口を備えた両端部が炉壁を貫通して炉外に露出した状態で炉壁に対して取付けられる。

【0010】実際的には、この触媒改質型反応炉は、改

質の対象となる流体が流れる入口側マニホールドと、改質された流体が流れる出口側マニホールドと、複数の反応管のそれぞれの流体入口と入口マニホールドとの間を連結し且つ各反応管及び入口マニホールドの熱膨張及び熱収縮を吸収する構造の複数の入口側連結管と、複数の反応管のそれぞれの流体出口と出口マニホールドとの間を連結し且つ反応管及び出口マニホールドの熱膨張及び熱収縮を吸収する構造の複数の出口側連結管とを具備する。

【0011】本発明では、1組の反応管列を3列または4列の反応管列により構成する。そして蓄熱式燃焼装置として、高温空気燃焼型蓄熱式燃焼装置を用いる。この高温空気燃焼型蓄熱式燃焼装置は、高温空気燃焼技術を用いて燃焼を行う燃焼装置である。高温空気燃焼技術は、日本燃焼学会、日本工業炉協会、財団法人宇宙環境利用推進センターが協力して、通産省の援助のもと、NEDOの事業の一つとして開発された燃焼技術である。例えば、1996年に発行された月刊「省エネルギー」9月号、vol. 48 No. 10にその内容が詳しく説明されている。高温空気燃焼では、例えば燃焼用空気を800℃～1000℃以上の高温まで予熱し、かつ高速で燃焼室に燃焼用空気を吹き込み、しかもその燃焼用空気中に燃料を吹き込んで燃焼を行う。なお一般的には、燃焼用空気の酸素濃度は低く維持することが好ましい。

【0012】触媒改質型反応炉の燃焼室の内部で高温空気燃焼を行うと、燃焼室内の温度は高い温度でありながら、しかも燃焼室内の温度場の温度差が大幅に改善される。そのため1組の反応管列を3列または4列の反応管列により構成しても十分に改質反応を行わせることができ、反応効率を大幅に向上させることができる。なお1つの炉に複数組の反応管列が配置される場合でも本発明を適用できるのは勿論である。

【0013】1組の反応管列を5列以上の反応管列で構成すると、反応管の流体入口及び流体出口と入口マニホールド及び出口マニホールドとを連結する入口連結管及び出口連結管を相互に干渉させることなく配置することが難しいためである。そのため本発明では、1組の反応管列を3列または4列の反応管列により構成しているのである。

【0014】1組の反応管列を3列または4列の反応管列により構成した場合に、隣接する2つの反応管列のうち一方の反応管列を構成する複数の反応管と他方の反応管列を構成する複数の反応管とが、3列または4列の反応管列が横に並ぶ方向に向かって整列しないように、千鳥状または互い違いに配置すれば、特別の工夫をしなくても前述の入口連結管及び出口連結管を相互に干渉させることなく簡単に配置することができる。

【0015】高温空気燃焼を行って炉内の温度差を小さくするとともに、各反応管列の距離をあまりに狭くする

と、各反応管列の間の空間に温度差が生じ易い。発明者の研究によると、次のようにするとこの温度差を小さくできることが分かった。すなわち3列または4列の反応管列は、1つの反応管列を構成する複数の反応管のうち隣接する2つの反応管の中心間の寸法が、反応管の外径寸法の1.8～3倍になるようにそれぞれ構成する。また隣接する2つの反応管列の間には、一方の反応管列を構成する1つの反応管の中心と他方の反応管列を構成し且つ一方の反応管列を構成する1つの反応管と隣接する1つの反応管の中心との間の寸法が、反応管の外径寸法の1.8～3倍になるようにスペースを設ける。これらの寸法が1.8倍より小さくなると、前述の温度差が生じ易く、3倍以上にした場合には、複数の反応管列の設置スペースが大きくなって設置面積に対する反応効率が低下する。

【0016】反応管は従来と同様に、一方の端部に流体入口があり他方の端部に流体出口があるタイプの反応管を用いてもよいが、反応炉の高さが高くなる。そこで複数の反応管として、それぞれバイオネット型反応管を用いてもよい。バイオネット型反応管は、いわゆる二重管であり、長さ寸法は半減する。またバイオネット型反応管では一方の端部側に流体入口と流体出口とが配置されることになるため、入口マニホールド及び出口マニホールドを集中的配置することができて、触媒改質型反応炉を全体的にコンパクトに構成することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明をハイドロカーボン改質して水素を生成する場合等に用いる触媒改質型反応炉に適用した実施の形態の一例の一部の概略断面図であり、図2は図1のA-A線断面図である。これらの図において、1は内部に燃焼室2を有する炉本体である。炉本体1は、図1で見た状態で右側に更に延びた形状を有する横長形状を有している。炉本体1は、底壁1aと、上壁1bと、幅方向（図1の紙面で見た前後方向：図2の紙面で見た上下方向）に位置する側壁1c及び1dと、横方向（図1の紙面で見た左右方向：図2の紙面で見た左右方向）の側壁1e（図1及び図2では一方の側壁だけが示されている。）を備えている。

【0018】炉本体1の底壁1aは、支持構造部3…によって支持されており、炉本体1の上には、蓄熱式燃焼装置4を構成する複数の回転式蓄熱バーナ4a…や入口マニホールド5および出口マニホールド6を収納する収納スペース7を内部に備えた屋根構造体8が配置されている。そして炉本体1の底壁1aと上壁1bとを貫通するように、バイオネット型反応管からなる複数の反応管9…が配置されている。

【0019】本実施の形態で用いることができる複数の回転式蓄熱バーナ4の種々の構造に関しては、例えば特開平1-222102号公報等、米国特許第5,27

5,556号、1992年に発行された月刊「省エネルギー」Vol.22No.6、本出願の出願人である千代田化工建設株式会社が1994年9月に発行して頒布した千代田技報第13号等の多くの公知文献に詳しく説明されている。またこの種の回転式蓄熱バーナを用いた工業炉に関しては、特開平6-337110号公報、特開平6-241436号公報等に詳しく説明されている。一般的な回転式蓄熱バーナ4aは、燃料を吹き出すバーナの後方に通気性を有する蓄熱体が配置され、この蓄熱体の後方に燃焼用空気と排気ガスとを同時に蓄熱体に流すための回転機構が配置されている。回転機構の回転により、蓄熱体の内部には排気ガスが部分的に回転しながら連続的に流れてその部分に排気ガスの熱が蓄熱され、排気ガスが流れた部分に燃焼用空気が流されてその部分に蓄熱された熱で燃焼用空気が所定の温度まで加熱される。燃焼用空気の加熱温度は、回転機構の回転速度、蓄熱体の通気性、蓄熱体の長さ等の要素によって決まる。この例では燃焼用空気の温度が800℃以上になるようにこれらの要素が決定されている。勿論このような高温に耐えるように各部の材料も選択されている。そしてこの回転機構の後方には、燃焼用空気を供給する空気ダクトと排気ガスを排出する排気ガスダクトを有するダクト構造体が設けられ、更にこのダクト構造体の後方には、燃焼用空気を空気ダクトに送り込む押し込み送風機と排気ガスを排気ガスダクトから引き出す誘引送風機が配置されている。本実施の形態のように、複数の回転式蓄熱バーナ4aを用いる場合には、各回転式蓄熱バーナのダクト構造体は、例えば1台の押し込み送風機と誘引送風機によって燃焼用空気の供給と排気ガスの排気とを行えるように、複数台のダクト構造体を集合させて構成した集合構造を有している。なおこの実施の形態で、複数の回転式蓄熱バーナを用いて高温燃焼を行う場合には、前述の通り、燃焼用空気の温度は800℃以上とする。

【0020】この例では、蓄熱式燃焼装置を複数の回転式蓄熱バーナを用いて構成したが、いわゆる交番式蓄熱バーナを用いて蓄熱式燃焼装置を構成してもよい。交番式蓄熱バーナは、1つの蓄熱体全体に燃焼用空気と排気ガスを交互に流して、燃焼用空気を蓄熱体の顕熱で加熱するものであり、大別してバーナの燃焼を連続する連続燃焼タイプと、バーナの燃焼を断続する断続燃焼タイプとがある。連続燃焼タイプのものとしては、例えば特開平5-256423号公報や特開平6-11121号公報に示された交番式蓄熱バーナがある。この交番式蓄熱バーナでは、1つのバーナに対して2つの蓄熱体を設ける。そして一方の蓄熱体を通して排気ガスを排気し、他方の蓄熱体を通して燃焼用空気を供給し、この排気ガスの排気と燃焼用空気の供給をそれぞれの2つの蓄熱体で交互に行う。また断続燃焼タイプの一例は、特開平1-222102号公報の第10図に示されている。この交

番式蓄熱バーナでは、1つのバーナと1つの蓄熱体とがセットになった蓄熱バーナを2組用意する。そして1組の蓄熱バーナで燃焼を行っているときには他の組の蓄熱バーナは燃焼を停止し、交互に燃焼と停止を繰り返す。このとき燃焼を行っている蓄熱バーナの蓄熱体を通して燃焼用空気を燃焼室に供給し、燃焼を停止している蓄熱バーナの蓄熱体を通して排気ガスを排気している。高温空気燃焼を行う場合には、高温の空気に晒される部分に可動部がない交番式蓄熱バーナは適している。したがって本実施の形態においても、上記の2つのタイプのいずれの交番式蓄熱バーナを用いて蓄熱式燃焼装置4を構成してもよいのは勿論である。

【0021】本実施の形態で用いるバイオネット反応管9は、図3に示す構造を有している。このバイオネット型反応管9は、両端部に溶接により固定された環状のフランジ部9a及び9bを有する外側筒状本体9cの一端（下端）の開口部が円板状の第1の閉塞体9dによって塞がれた構造を有する外側筒状構造体9eを備えている。外側筒状構造体9eの長さは、約6mであり、外側筒状本体9cの本体部分（フランジ部9a及び9bの間に位置する部分）の外径寸法は114.3～165.2mmである。そして更に、外側筒状本体9cの他端（上端）の開口部から外側筒状本体9cの内部に挿入され一端（下端）側に通気構造を構成する複数の貫通孔9fが形成された内側筒状本体9gと、内側筒状本体9gの他端（上端）を閉じるように内側筒状本体9gの他端（上端）に固定され且つ外側筒状本体9cの他端（上端）の開口部を塞ぐ第2の閉塞体9hを備え、外側筒状本体9cの内周面と内側筒状本体9gの外周面との間に触媒10が充填される触媒充填空間9iを形成するように構成された内側筒状構造体9jを備えている。

【0022】更にこの例では、第1の閉塞体9dに、円筒状の筒体9kが固定されている。この円筒状の筒体9kは長手方向の途中の部分に仕切り板9mによって仕切られている。そして第1の閉塞体9dと筒体9kと仕切り板9mとによって囲まれた空間9nには、閉塞体9d及びフランジ部9bの温度低下のためにセラミックファイバ等の断熱材9sが充填されている。仕切り板9mよりも上の空間には、内側筒状本体9gの一端が嵌合されている。また外側筒状本体9cの上端部で、炉本体1の上壁1bから外に露出する部分には改質の対象となる流体が流入する流体入口9oが形成され、外側筒状本体9cの外壁部には流体入口9oと連通するように管状の管接続部9pが固定されている。更に内側筒状構造体9jの第2の閉塞体9hの中央部には改質した流体が流出する流体出口9qが形成されている。そして第2の閉塞体9hの外壁部には、一端にフランジ部を有するエルボー管9rの他端が流体出口9qと連通するように固定されている。

【0023】第1の閉塞体9dとフランジ部9bには図

示していないがそれぞれ整合する複数の貫通孔が周方向に所定の間隔あけて形成され、これら整合した複数の貫通孔にそれぞれボルトが挿入され、これらボルトにナットが締め付けられて、第1の閉塞体9dはフランジ部9bに取り外し可能にまたは着脱可能に取付けられている。第2の閉塞体9hとフランジ部9aにも図示していないがそれぞれ整合する複数の貫通孔が周方向に所定の間隔あけて形成され、これら整合した複数の貫通孔にそれぞれボルトが挿入され、これらボルトにナットが締め付けられて、第2の閉塞体9hはフランジ部9aに取り外し可能にまたは着脱可能に取付けられている。

【0024】このバイオネット型反応管9から、触媒10を交換する際に、触媒10を抜き取る場合には、第1の閉塞体9dをフランジ部9bから外し、重力で触媒を下に落下させればよい。その際に第2の閉塞体9hはフランジ部9aから取り外し、内側筒状本体9gを上下左右に振動させると、触媒10の抜き取りが容易になる。そして触媒を抜き取った後は、第1の閉塞体9dをフランジ部9bに取り付け、第2の閉塞体9hを上方に200mmほど引き上げて、外側筒状本体9cの内周面と内側筒状本体9gの外周面との間に形成された触媒充填空間9iに触媒を10を充填する。この例では、第1の閉塞体9dに固定した円筒状の筒体9kの長さが、内側筒状本体9gを上方に200mmほど引き上げた場合でも、内側筒状本体9gと円筒状の筒体9kとの嵌合状態が解除されない寸法に定めてあるので、触媒10を充填したあとに内側筒状本体9gを下方に下げる際に、触媒10が内側筒状本体9gの挿入の障害になるのを防止できる。

【0025】本実施の形態では、図2に示すように6台の回転式蓄熱バーナ4a1～4a6が一行に並べられて第1のバーナ列4Aが構成され、また更に6台の回転式蓄熱バーナ4b1～4b6が一行に並べられて第2のバーナ列4Bが構成されている。そして複数の反応管9…は、これら第1及び第2のバーナ列4A及び4Bの間に、これらのバーナ列4A及び4Bに沿って4列の反応管列9A～9Dを形成するように配置されている。図1に示すように、各反応管9…は、管接続部9p及びエルボー管9rが炉本体1の上壁1bの外側に露出し、第1の閉塞体9dが炉本体1の底壁1aの外側に露出し、且つ熱膨張及び熱収縮による伸縮を許容する支持構造を介して底壁1a及び上壁1bに対して取付けられている。この支持構造は、従来の触媒改質型反応炉で用いられている支持構造と同じであるので説明を省略する。回転式蓄熱バーナ4a1～4a6及び4b1～4b6の運転態様は任意である。例えば、第1のバーナ列4Aを構成する回転式蓄熱バーナ4a1～4a6と第2のバーナ列4Bを構成する回転式蓄熱バーナ4b1～4b6を交互に運転するようにしてもよい。また回転式蓄熱バーナ4a1, 4b2, 4a3, 4b4, 4a5及び4b6を第1



のグループとし、また回転式蓄熱バーナ4b1、4a2、4b3、4a4、4b5及び4a6を第2のグループとし、第1のグループと第2のグループを構成する回転式蓄熱バーナを交互に運転するようにしてもよい。

【0026】そして4列の反応管列9A～9Dを構成する各反応管9…の管接続部9pと改質の対象となる流体が流れる入口マニホールド5との間は、反応管9…及び入口マニホールド5の熱膨脹及び熱収縮を吸収する構造のビッグテールまたはヘアピンと呼ばれる複数の入口側連結管11…によってそれぞれ連結されている。また各反応管9…のエルボー管9rと改質された流体が流れる出口側マニホールド6との間も、反応管9…及び出口マニホールド6の熱膨脹及び熱収縮を吸収する構造の複数の出口側連結管12…によりそれぞれ連結されている。なお入口マニホールド5及び出口マニホールド6に付随して示した矢印は、流体の流れる方向を示している。

【0027】この例では、4列の反応管列9A～9Dにより、2列に配置されたバーナ列4A及び4Bのバーナから出る高温燃焼ガスFの輻射熱で加熱される1組の反応管列が構成されている。1つの反応管列は、14本の反応管9により構成されている。そして隣接する2つの反応管列9Aと9B、9Bと9Cまたは9Cと9Dのうち一方の反応管列（例えば9A）を構成する複数の反応管9…と他方の反応管列（例えば9B）…を構成する複数の反応管9…とは、4列の反応管列9A～9Dが横に並ぶ方向に（図1および図2の紙面で見て左右の方向または第1および第2のバーナ列が延びる方向と直交する方向に）向かって整列しないように（直線状に並ばないように）、千鳥状または互い違いに配置されている。このような配置にすると、特別の工夫をしなくても前述の入口連結管11…及び出口連結管12…を相互に干渉させることなく簡単に配置することができる。

【0028】4列の反応管列9A～9Dは、1つの反応管列を構成する複数の反応管9…のうち隣接する2つの反応管9、9の中心間の寸法L1が、反応管9の外径寸法の1.8～3倍になるようにそれぞれ構成されている。また隣接する2つの反応管列（例えば反応管列9Aと9B）の間には、一方の反応管列（9A）を構成する1つの反応管9の中心と他方の反応管列（9B）を構成し且つ一方の反応管列（9A）を構成する1つの反応管9と隣接する1つの反応管9の中心との間の寸法L2も、反応管9の外径寸法の1.8～3倍になるように4列の反応管列9A～9Dは構成されている。これらの寸法L1およびL2が反応管9の外径寸法の1.8倍より小さくなると、各反応管列の間の空間に温度差が生じ易く、3倍以上にした場合には、4列の反応管列9A～9Dの設置スペースが大きくなって設置面積に対する反応効率が低下する。

【0029】燃焼室2内部の温度が800℃以上になるように、蓄熱式燃焼装置4を用いて高温空気燃焼を行う

と、燃焼室2内の温度は高い温度でありながら、しかも燃焼室内の温度場の温度差が大幅に改善される。そのため1組の反応管列を4列の反応管列9A～9Dにより構成しても十分に各反応管列9…で改質反応を行わせることができ、反応効率を大幅に向上させることができる。

【0030】本実施の形態のように、反応管9としてバイオネット型反応管を用いると、反応管の長さ寸法は半減する。またバイオネット型反応管では一方の端部側に流体入口と流体出口とが配置されることになるため、入口マニホールド5及び出口マニホールド6を集中的に配置することができて、触媒改質型反応炉を全体的にコンパクトに構成することができる。更にバイオネット型反応管を用いると、内部においても自己熱交換があるために、流体出口9qから出る流体の温度が低くなる。例えば従来の反応管を用いた場合の流体の出口温度が800℃台であるとする、バイオネット型反応管を用いた場合の流体の出口温度は600℃台となる。そのため温度設計が容易になり、従来のように反応管の出口に熱交換器を設ける必要もなくなる。

【0031】なお上記の例では、第1及び第2のバーナ列4A及び4Bと4列の反応管列9A～9Dとの組み合わせにより構成されるユニットが複数1つの炉本体1の内部に配置されている。なおこの場合、各ユニットの間に隔壁が設けられていてもよい。

【0032】上記実施の形態においては、炉本体1の上壁1bにのみ蓄熱式燃焼装置4を構成するバーナ4aを配置したが、バーナ4aは炉本体1の底壁1aにのみ設けてもよいし、また炉本体1の上壁1bと底壁1aの両方に設けてもよい。更に、炉本体の側壁1c、1d及び1eにバーナ4aを設けるようにしてもよい。

【0033】また上記の実施の形態では、4列の反応管列で1組の反応管列を構成したが、3列の反応管列で1組の反応管列を構成するようにしてもよい。

【0034】

【発明の効果】本発明のように、触媒改質型反応炉の燃焼室の内部で高温空気燃焼を行うと、燃焼室内の温度場の温度差が大幅に改善されるため、1組の反応管列を3列または4列の反応管列により構成しても十分に改質反応を行わせることができ、反応効率を大幅に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の触媒改質型反応炉の実施の形態の一例の一部の概略断面図である。

【図2】図1のA-A線断面図である。

【図3】図1の実施の形態で用いるバイオネット型反応管の構造を示す一部省略概略断面図である。

【符号の説明】

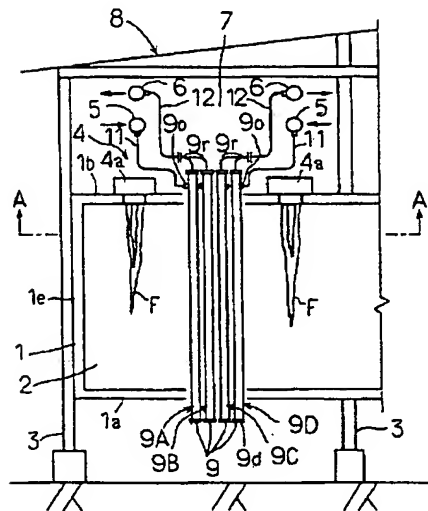
- 1 炉本体
- 2 燃焼室



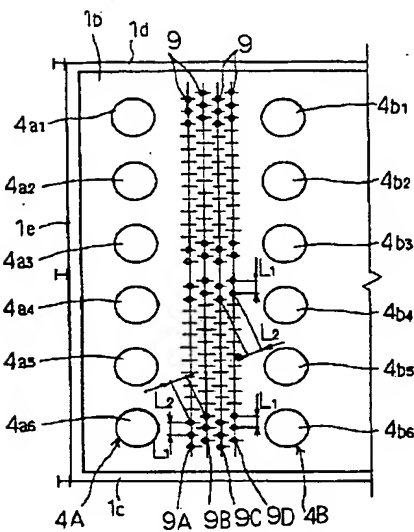
- 4 蓄熱式燃焼装置  
5 入口マニホールド  
6 出口マニホールド

- 9 バイオネット型反応管  
11 入口側連結管  
12 出口側連結管

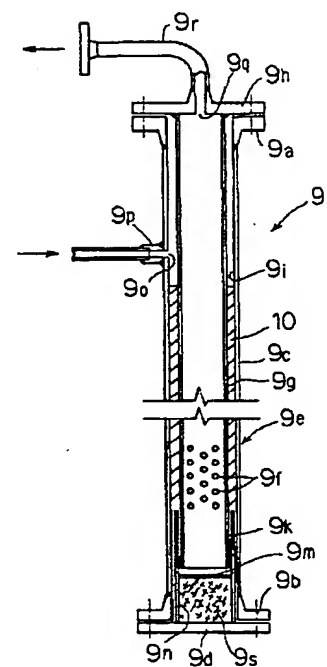
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 八木 宏  
神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央二丁目12番  
1号 千代田化工建設株式会社内

(72)発明者 清水 良亮  
神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央二丁目12番  
1号 千代田化工建設株式会社内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**